

ICS XXXXXXX

CCS X XX

DBXX

山 西 省 地 方 标 准

DB14/T XXXX—XXXX

古建筑木结构安全性鉴定技术规范  
(第二稿征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

山西省市场监督管理局 发布

# 目次

1	范围 .....	1
2	规范性引用文件 .....	1
3	术语和符号 .....	1
3.1	术语 .....	1
3.2	符号 .....	2
4	基本要求 .....	2
5	安全性检测 .....	3
5.1	一般规定 .....	3
5.2	整体结构变形检测 .....	3
5.3	木材性能检测 .....	4
5.4	木构件残损检测 .....	4
5.5	节点工作状态检测 .....	5
6	安全性鉴定 .....	6
6.1	一般规定 .....	6
6.2	单个构件安全性鉴定 .....	6
6.3	构件集安全性鉴定 .....	7
6.4	整体结构安全性鉴定 .....	8
6.5	危险结构安全性鉴定 .....	8
6.6	鉴定报告 .....	10
附录 A	.....	11
附录 B	.....	12
附录 C	.....	14
附录 D	.....	16

## 前言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省文物局提出并归口。

本文件由山西省文物局组织实施。

本文件负责起草单位：山西省古建筑与彩塑壁画保护研究院。

本文件参与起草单位：太原理工大学、中国林业学院研究院木材工业研究所、山西省古建筑设计有限公司。

本文件主要起草人：王小龙、路易、孟宪杰、李铁英、周海宾、韩若冰、田芳、段恩泽、冯燕、张雅婕、王卫滨、张杰、代伟、叶若琛、焦晋峰、陈金永、师希望、王双永、加金海等。

# 古建筑木结构安全性鉴定技术规范

## 1 范围

本文件规定了古建筑木结构安全性鉴定的基本要求、检测内容及要求、鉴定方法及要求等。

本文件适用于山西省行政区域内需进行安全性鉴定的古建筑木结构。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50005 木结构设计规范

GB/T 50165-2020 古建筑木结构维护与加固技术标准

GB/T 29894-2013 木材鉴别方法通则

GB/T 16734-1997 中国主要木材名称

GB/T 1931-2009 木材含水率测定方法

JGJ 8-2016 建筑变形测量规范

## 3 术语和符号

### 3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**检测** detection

对结构、构件的状况或性能进行现场检查、测试。

#### 3.1.2

**鉴定** assessment

基于检测结果对结构或构件的安全性进行评定。

#### 3.1.3

**木构件** wooden member

古建筑中由木材加工而成的构件。

#### 3.1.4

**重要构件** important structure member

古建筑中的主要结构构件，其自身失效将影响整体结构体系的安全。

#### 3.1.5

**一般构件** general structure member

古建筑中的一般结构构件，其自身失效为孤立事件，不影响整体结构体系的安全。

### 3.1.6

#### 关键节点 key joint

重要构件的关键连接部位。

### 3.1.7

#### 构件集 member assemblage

同一类构件的集合。

### 3.1.8

#### 主体结构 bearing structure

起支撑、拉结作用的构件、节点组合形成的古建筑结构。

### 3.1.9

#### 侧向弯曲矢高 lateral bending vector height

木构件产生与作用力方向垂直的平面外弯曲变形最大值。

### 3.1.10

#### 层间位移 interlayer displacement

建筑物相邻两个楼层间在平面内水平方向、平面外水平方向及垂直方向的相对位移。

### 3.1.11

#### 挠曲变形 bending deformation

木构件产生与作用力方向相同的平面内弯曲变形最大值。

## 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$h$ ——木柱计算长度；

$l$ ——梁跨度；

$\rho$ ——木材密度；

$v_L$ ——顺纹超声波波速；

$v_R$ ——横纹径向超声波波速；

$v_T$ ——横纹弦向超声波波速；

$\sigma_L$ ——木材顺纹抗压强度；

$\sigma_R$ ——木材横纹径向抗压强度；

$\sigma_T$ ——木材横纹弦向抗压强度。

## 4 基本要求

4.1 对古建筑木结构的安全性鉴定工作，应遵循下列原则：

a) 最小干预原则。使用非接触或者无损方式对木结构进行鉴定，仅在无损方式无法检测的内部残损的鉴定中使用微损检测方式；

b) 使用恰当技术原则。使用经检验对古建筑长期保存无害、无碍的成熟鉴定技术。

4.2 古建筑木结构安全性鉴定的结果以报告形式呈现，报告中应详细记录鉴定过程、依据标准，且有明确的鉴定结论。

4.3 古建筑木结构安全性鉴定过程中，当发现新的历史信息、文物遗存时，应立即保护现场，并及时报告文物管理部门。

## 5 安全性检测

### 5.1 一般规定

5.1.1 古建筑木结构安全性检测过程中应避免对古建筑本体及其附属文物造成损伤，可采取适当的防护措施。

5.1.2 古建筑木结构安全性检测应包括以下内容：

- a) 整体结构变形检测；
- b) 木材材料性能检测；
- c) 木构件残损情况检测；
- d) 节点工作状态检测。

5.1.3 古建筑木结构安全性检测应遵守以下基本要求：

- a) 通过前期调查制定详细的检测方案，明确检测范围、内容、区域及测点；
- b) 安全性检测所用仪器设备满足精度要求，检测前对仪器设备进行校准；
- c) 安全性检测过程中确需在原结构上标记时，不影响结构性能及外观；
- d) 安全性检测中应记录过程，人工记录字迹清晰、信息完整，仪器自动记录数据及时保存、处理，如数据不完整或有误，及时排查问题并补测。

5.1.4 古建筑木结构安全性检测应采用传统和现代技术手段结合的方法进行，木构件内部残损宜采用应力波法、超声波法、微钻阻力法等无损（微损）检测方法。

5.1.5 古建筑木结构安全性检测过程中应开展环境温度与湿度监测，记录频次不少于每小时1次，监测应符合附录A的要求。

5.1.6 在现场从事古建筑木结构安全性检测作业，应采取人身安全防护措施。

### 5.2 整体结构变形检测

5.2.1 古建筑木结构变形检测应包括以下内容：

- a) 基础相对不均匀沉降；
- b) 扭转变形；
- c) 平面外变形；
- d) 整体竖向压缩变形；
- e) 多层结构层间位移。

5.2.2 整体结构变形检测应根据所测定的变形类型、精度要求和现场作业条件选择相应的检测方法。

5.2.3 古建筑木结构可采用光学水准仪、光学经纬仪、电子经纬仪、光电测距仪、全站仪等进行结构变形检测。

5.2.4 当古建筑木结构产生不均匀沉降时，应进行定期检测，检测时宜设置永久性基准点。

5.2.5 古建筑木结构变形检测应建立三维坐标系统。

5.2.6 古建筑木结构变形检测应备注准确的检测时间，采用公历纪元、北京时间作为统一时间标准。

5.2.7 结构整体倾斜、沉降检测及检测点布置应符合《建筑变形测量规范》JGJ 8-2016的相关规定。

### 5.3 木材性能检测

5.3.1 木材性能检测宜包括以下内容：

- a) 木材材种；
- b) 木构件实际尺寸；
- c) 木构件含水率；
- d) 木材密度、抗弯强度、抗压强度、弹性模量等物理力学参数。

5.3.2 木材性能检测应满足以下要求：

- a) 当有原结构替换下的旧木构件时，采用旧木构件进行力学性能测试；
- b) 当无原结构替换下的旧木构件时，采用无损或微破损方法在原结构上进行测试；
- c) 不能满足 1、2 条要求时，采用同一树种木材进行力学性能测试，测试木材含水率应与原结构木材相近；
- d) 不能满足上述 3 条要求时，木材强度参照 GB 50005-2007 所规定的同种木材的强度设计指标取值。

5.3.3 木材材种应鉴定到“属”，取构件非承重部位表面样本，参照 GB/T29894-2013 制作切片，在显微镜下观察解剖形态并摄影，对照木材解剖图谱，根据 GB/T16734-1997 确定材种名称。

5.3.4 木材含水率的现场检测应采用针入式或接触感应式测定仪，每一构件测点不少于 3 处，测点沿构件均匀分布；如有取材条件宜采用称重法测定，但应符合 GB/T 1931-2009 的相关规定。

5.3.5 木材力学性能现场检测应满足以下要求：

- a) 每座建筑被检测的每种木构件数量不宜小于 3 个；
- b) 每一构件测试点不宜小于 3 个，测点分布均匀，不应集中于构件某一区域；
- c) 同一构件取各测试点结果的平均值作为代表值，木材抗压强度取各构件代表值的最小值。

### 5.4 木构件残损检测

5.4.1 木构件残损检测内容包括腐朽、虫蛀、内部空洞、裂缝、折断、劈裂、变形等。

5.4.2 应采用目测及敲击的方法对待检测建筑物的所有木构件进行普检，对明显残损的木构件应详细描述并拍照记录。

5.4.3 木构件残损应在普查基础上按以下原则进行检测：

- a) 对有明显残损的木构件，应全部进行检测；
- b) 对无明显表面残损的木构件，应对重要构件进行抽检，每一类构件抽检数量不应少于 3 个。

5.4.4 虫蛀的检测应符合下列规定：

- a) 目测确定虫蛀位置；
- b) 敲击确定虫蛀区域范围；
- c) 探针检测虫孔深度；
- d) 判断是否为新生病害。

5.4.5 宜对虫蛀活体或残骸进行收集，并判断虫种，若外部无虫体，可用内窥镜对虫孔内部进行观察。

5.4.6 腐朽、空洞的检测应符合下列规定：

- a) 目测木构件表面是否发生劣化痕迹；
- b) 敲击检测木构件内部是否有腐朽、空洞；

c) 记录腐朽、空洞的位置和外部表现特征等信息。

5.4.7 木构件芯腐、空洞等病害的详细信息检测宜采用超声波、应力波或针阻仪等无损（微损）检测方法，也可采用钻孔取样检测，并应符合以下规定：

- a) 每一处病害检测点不少于 3 处；
- b) 取各检测点结果的最大值作为代表值。

5.4.8 木构件裂缝深度宜用探针、游标卡尺检测，裂缝宽度宜用裂缝塞尺、裂缝宽度仪、游标卡尺等检测，裂缝长度宜用钢尺量测。内部裂缝确需检测时，深度可用超声波法检测，宽度可用针阻仪检测。

5.4.9 采用针阻仪检测木构件残损应参照附录 B 执行，检测时钻头宜垂直于纹理方向钻入。

5.4.10 采用超声波法检测木材密度和抗压强度应参照附录 C 执行。

5.4.11 木构件变形检测应包括以下内容：

- a) 柱倾斜；
- b) 梁、枋平面外变形；
- c) 受压构件压缩变形；
- d) 压弯构件弯曲矢高；
- e) 受弯构件挠度。

5.4.12 木构件变形检测应符合下列规定：

- a) 柱身倾斜量等于柱头、柱脚中心水平位移减去柱自身侧脚；
- b) 梁挠度测量应折减自然弯材、月梁造型等构件原本的曲度；
- c) 采用垂球、水准仪、经纬仪、全站仪、三维激光扫描、近景摄影测量等技术进行变形检测，应符合 JGJ 8-2016 的相关规定。

## 5.5 节点工作状态检测

5.5.1 节点工作状态检测宜包括以下内容：

- a) 柱与础石连接；
- b) 柱与平板枋、额枋的连接；
- c) 柱与梁的连接；
- d) 斗拱与枋的连接；
- e) 斗拱与梁的连接；
- f) 斗拱与蜀柱的连接；
- g) 斗拱内部各构件的连接；
- h) 檩与梁的连接；
- i) 椽与檩的连接；
- j) 屋架与墙体的连接；
- k) 枋之间的连接；
- l) 檩之间的连接；
- m) 已加固的构件与加固件的连接。

5.5.2 应着重检查柱头柱脚、梁檩榫卯及斗拱等关键节点的连接情况和工作状态。

5.5.3 柱头、柱脚节点检测应包括以下内容：

- a) 柱头位移；
- b) 柱脚与础石错位；
- c) 柱础沉降；
- d) 柱头劈裂；
- e) 柱脚实际承压面积。



5.5.4 梁檁榫卯节点检测应包括以下内容：

- a) 榫头、卯口压缩变形；
- b) 榫卯节点松动，拔榫；
- c) 榫头折断，榫头、卯口残缺及开裂；
- d) 榫头、卯口虫蛀、腐朽。

5.5.5 斗栱节点检测应包括以下内容：

- a) 斗栱整体歪闪和偏移；
- b) 小斗缺失；
- c) 栱构件劈裂、折断；
- d) 内部各构件的变形和错位。

5.5.6 对关键部位连接应在全数普查的基础上，针对有明显残损的连接进行详细的残损检测；其它类型木构件连接可进行抽检，每一类型抽检数量不少于 3 个。

5.5.7 有加固历史的古建筑木结构，应检测加固件的工作情况，查明是否有松动、失效及对其他部位产生不良影响等情况。

## 6 安全性鉴定

### 6.1 一般规定

6.1.1 古建筑木结构安全性鉴定，应以安全性检测的残损为依据，按单个构件、构件集、及整体结构结构划分为三个层次；每一层次划分四个安全等级，按表 6.1.1 逐层进行评定。

表 6.1.1 古建筑木结构安全性鉴定层次、等级划分

层次	一	二	三
层名	单个构件	构件集	整体结构
等级划分	a'、b'、c'、d'	a、b、c、d	A、B、C、D
划分依据	按安全性检测残损情况 鉴定该项目等级	按该构件集中所有木 构件的残损程度鉴定 该项目等级	按木结构中所有构件 集的残损程度鉴定该 项目等级

6.1.2 古建筑木结构安全性鉴定应按以下程序进行：

- a) 单个构件安全等级评定；
- b) 构件集安全等级评定；
- c) 整体结构安全等级评定；
- d) 出具安全鉴定报告。

### 6.2 单个构件安全性鉴定

6.2.1 古建筑木结构木构件应根据检测残损程度划分为未见损伤、轻度损伤、中度损伤和重度损伤四种状况，具体鉴定标准按表 6.2.1 执行。

表 6.2.1 木构件安全性等级评级标准

等级划分	损伤程度	鉴定标准
a'	未见损伤	木构件保存完好，无肉眼可见糟朽、裂缝。

b'	轻度损伤	木构件有轻微表皮糟朽、细微裂缝，需进一步观察和处理，不影响结构安全和使用。
c'	中度损伤	木构件腐朽、虫蛀、变形、裂缝等情况已影响到结构安全和正常使用，但尚不致立即发生危险。
d'	重度损伤	木构件腐朽、虫蛀、变形、裂缝等情况已严重影响结构安全，随时可能发生意外事故，必须立即采取抢修措施。

6.2.2 木构件安全性等级应综合考虑腐朽、虫蛀、变形、裂缝、内部空洞，以构件有效承载面积率、构件变形、裂缝三个指标按表 6.2.2 的标准鉴定，并按各指标点所确定的最低等级评定该构件的安全等级。

有效承载面积率 (%) = 有效承载面积 / 整截面面积

有效承载面积 = 整截面面积 - 表层腐朽面积 - 虫蛀面积 - 内部空洞面积 - 其他损伤面积

表 6.2.2 木构件安全性等级评定标准

等级划分 指标点		a'	b'	c'	d'	
		有效承载面积率				
有效承载面积率	仅存在表层面积损失	≥95%	<95%且≥80%	<80%且≥50%	<50%	
	同时存在表层面积损失和内部空洞	100%	≥95%	<95%且≥80%	<80%	
构件变形	受压类构件	侧向弯曲矢高	无侧向弯曲变形	≤ $l_0/250$	> $l_0/250$ 且 ≤ $l_0/150$	> $l_0/150$
		倾斜率	无倾斜变形	≤4%	>4%且≤10%	>10%
	受弯类构件	竖向挠度最大值	无挠曲变形	≤ $l_0/150$	> $l_0/150$ 且 ≤ $l_0/100$	> $l_0/100$
		侧向弯曲矢高	无平面外变形	≤ $l_0/200$	> $l_0/200$ 且 ≤ $l_0/150$	> $l_0/150$
裂缝		无受力引起的裂缝	有个别宽度小于 1mm 的细纹	有明显沿纹理方向的受力裂缝，裂缝深度超过构件宽度的 1/3	沿纹理方向的受力裂缝基本贯通构件，裂缝深度超过构件宽度的 1/2	

注： $l_0$ 为木构件计算长度。

6.2.3 当承重木构件按承载能力进行安全性鉴定时，应按照 GB/T 50165-2020 中 6.3.4 规定执行。

### 6.3 构件集安全性鉴定

6.3.1 主要构件集的安全性等级，应根据该构件集内受检构件的安全等级评定结果，按表 6.3.1 进行评定。

表 6.3.1 主要构件集安全性等级评定标准

等级划分	评定标准
a	该构件集所含构件均为 a'级； 该构件集内不含 c'级和 d'级构件，可含 b'级构件，且 b'级构件数量不超过 25%。
b	该构件集所含构件均为 a'级或 b'级； 该构件集内不含 d'级构件，且 c'级构件数量不超过 15%。
c	该构件集不含 d'级构件，且 c'级构件数量不超过 40%； 该构件集不含 c'级构件，且 d'级构件数量不超过 10%； 该构件集内含 b'级和 c 级构件，且 c'级构件数量不超过 25%，d'级构件数量不超过 3%。
d	该构件集所含 c'级和 d'级构件超过 c 级规定的数量。

6.3.2 一般构件集的安全性等级，应根据该构件集内受检构件的安全等级评定结果，按表 6.3.2 进行评定。

**表 6.3.2 一般构件集安全性等级评定标准**

等级划分	评定标准
a	该构件集所含构件均为 a'级； 该构件集内不含 c'级和 d'级构件，可含 b'级构件，且 b'级构件数量不超过 30%。
b	该构件集所含构件均为 a'级或 b'级； 该构件集内不含 d'级构件，且 c'级构件数量不超过 20%。
c	该构件集内含 c'级或 d'级构件，且 c'级构件数量不超过 40%，d'级构件数量不超过 10%。
d	该构件集所含 c'级和 d'级构件超过 c 级规定的数量。

#### 6.4 整体结构安全性鉴定

6.4.1 整体结构的安全性等级，应根据所含构件集的安全等级评定结果，按表 6.4.1 进行评定。

**表 6.4.1 整体结构安全性等级评定标准**

等级划分 层级	A	B	C	D
整体结构	结构所含构件集均为 a 级，关键节点均完好。	结构所含构件集均为 a 或 b 级，关键节点均基本完好。	1) 结构构件集均为 a 级，但关键节点明显损伤、松动； 2) 该结构构件集含 b 级但不含 c 级。	1) 构件集均为 a 级，但超过 50% 关键节点严重损伤，甚至失效； 2) 结构构件集均为 a 级和 b 级，但超过 30% 关键节点严重损伤，甚至失效； 3) 该分部结构构件集含 c 级。

6.4.2 当为多层木结构时，宜将每一层作为一分部结构进行安全性鉴定。

6.4.3 古建筑木结构的抗震鉴定可参照 GB/T 50165-2020 的相关规定执行。

#### 6.5 危险结构安全性鉴定

6.5.1 对于特别重要和危险性较大的古建筑尚应按 6.5.2-6.5.10 对整体结构安全性进行鉴定，

并与 6.4.1 鉴定结果对比取不利结果。

6.5.2 单层结构可按 6.5.5 直接评定，多层结构应先对各楼层危险性等级进行划分。

6.5.3 多层结构各楼层危险性鉴定，应按下列等级划分：

- a) A<sub>u</sub>级:无危险点；
- b) B<sub>u</sub>级:有危险点；
- c) C<sub>u</sub>级:局部危险；
- d) D<sub>u</sub>级:整体危险。

6.5.4 房屋危险性鉴定，应根据房屋的危险程度按下列等级划分：

- a) A级:无危险构件，房屋结构能满足安全使用要求；
- b) B级:个别结构构件评定为危险构件，但不影响整体结构安全，基本能满足安全使用要求；
- c) C级:部分承重结构不能满足安全使用要求，房屋局部处于危险状态构成局部危房；
- d) D级:承重结构已不能满足安全使用要求，房屋整体处于危险状态，构成整幢危房。

6.5.5 各楼层危险构件综合比例应按式 6.5.5 确定，当本层下任一楼层中竖向承重构件评定为危险构件时，本层与该危险构件上下对应位置的竖向构件不论其是否评定为危险构件，均应计入危险构件数量。

$$R_{si} = (3.5n_{dpci} + 2.7n_{dsci} + 1.8n_{dcci} + 1.9n_{dpmbi} + 1.4n_{dsmbi} + n_{dsbi} + n_{dsi}) / (3.5n_{pci} + 2.7n_{sci} + 1.8n_{cci} + 1.9n_{pmbi} + 1.4n_{smbi} + n_{sbi} + n_{si}) \quad (6.5.5)$$

式中， $R_{si}$ —第  $i$  层危险构件综合比例；

$n_{dpci}$ 、 $n_{dsci}$ 、 $n_{dcci}$ —第  $i$  层中柱、边柱、角柱危险构件数量；

$n_{pci}$ 、 $n_{sci}$ 、 $n_{cci}$ —第  $i$  层中柱、边柱、角柱构件数量；

$n_{dpmbi}$ 、 $n_{dsmbi}$ —第  $i$  层中梁（枋）、边梁（枋）危险构件数量；

$n_{pmbi}$ 、 $n_{smbi}$ —第  $i$  层中梁（枋）、边梁（枋）构件数量；

$n_{dsbi}$ 、 $n_{dsi}$ —第  $i$  层一般构件、楼面板危险构件数量；

$n_{sbi}$ 、 $n_{si}$ —第  $i$  层一般构件、楼面板构件数量。

6.5.6 各楼层危险性等级判定标准为：

- a) 当  $R_{si}=0$  时，楼层危险性等级评定为 A<sub>u</sub> 级；
- b) 当  $0 < R_{si} < 5\%$  时，楼层危险性等级评定为 B<sub>u</sub> 级；
- c) 当  $5\% \leq R_{si} < 25\%$  时，楼层危险性等级评定为 C<sub>u</sub> 级；
- d) 当  $R_{si} \geq 25\%$  时，楼层危险性等级评定为 D<sub>u</sub> 级。

6.5.7 整体结构危险构件综合比例应按式 6.5.7 确定。

$$R = (3.5 \sum_{i=1}^F n_{dpci} + 2.7 \sum_{i=1}^F n_{dsci} + 1.8 \sum_{i=1}^F n_{dcci} + 1.9 \sum_{i=1}^F n_{dpmbi} + 1.4 \sum_{i=1}^F n_{dsmbi} + \sum_{i=1}^F n_{dsbi} + \sum_{i=1}^F n_{dsi}) / (3.5 \sum_{i=1}^F n_{pci} + 2.7 \sum_{i=1}^F n_{sci} + 1.8 \sum_{i=1}^F n_{cci} + 1.9 \sum_{i=1}^F n_{pmbi} + 1.4 \sum_{i=1}^F n_{smbi} + \sum_{i=1}^F n_{sbi} + \sum_{i=1}^F n_{si}) \quad (6.5.7)$$

式中， $R$ —整体结构危险构件综合比例；

$F$ —结构层数。

6.5.8 整体结构危险性等级判定标准为：

- a) 当  $R=0$  时，且结构各楼层危险性等级只含 A<sub>u</sub> 级，评定为 A<sub>u</sub> 级；
- b) 当  $0 < R < 5\%$  时，若结构各楼层危险性等级不含 D<sub>u</sub> 级时，评定为 B 级，否则为 C 级；
- c) 当  $5\% \leq R < 25\%$  时，若结构各楼层危险性等级中 D<sub>u</sub> 级的层数不超过 1/3 总层数时，评定为 C 级，否则为 D 级；
- d) 当  $R \geq 25\%$  时，评定为 D 级。

## 6.6 鉴定报告

6.6.1 鉴定报告应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议切实可行。

6.6.2 鉴定报告的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点，均应符合国家有关标准的规定。

6.6.3 古建筑木结构的安全性鉴定报告，应包括以下内容：

- a) 建筑物概况；
- b) 鉴定的目的、范围和内容；
- c) 检测鉴定的结果；
- d) 鉴定依据；
- e) 结论及建议；
- f) 相关附件。

6.6.4 鉴定报告中应对评为 c'级、c 级、C 级的项目数量、所处位置及其处理建议做出说明；整体结构评级为Ⅲ级的，应给出修缮加固建议。

6.6.5 鉴定报告作为该古建筑后续保护工作的基础性资料，应备案存档。

## 附录 A

### (规范性)

#### 温湿度检测要求

A.1 温湿度检测可包括环境及构件温度检测和环境湿度监测。

A.2 温度检测精度不宜小于  $0.5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度检测精度不宜小于 2%。

A.3 环境及构件温度检测应符合下列规定：

a) 温度检测的测点应布置在温度梯度变化较大位置，宜对称、均匀，应能反映结构竖向及水平向温度场变化规律；

b) 相对独立空间应设 (1~3) 个点，当面积或跨度较大时，以及对于结构构件应力及变形受环境温湿度影响大的区域，宜增加测点；

c) 大气温度仪可与风速仪一并安装在结构表面，并应直接置于大气中以获得有代表性的温度值；

d) 当监测整个结构的温度场分布和不同部位结构温度与环境温度对应关系时，测点宜覆盖整个结构区域；

e) 温度传感器宜选用监测范围大、精度高、线性化及稳定性好的传感器；

f) 监测频次宜与结构应力监测和变形监测保持一致；

g) 当进行长期温度监测时，监测结果应包括日平均温度、日最高温度和日最低温度等；当进行结构温度分布监测时，宜绘制结构温度分布等温线图。

A.4 环境湿度监测应符合下列规定：

a) 湿度计监测范围应在 12%RH~99%RH；

b) 湿度传感器应快速反应、线性程度高、稳定性好以及滞后作用低；

c) 大气湿度仪宜与温度仪、风速仪一并安装，宜布置在结构内湿度变化大，对结构耐久性影响大的部位。

d) 长期湿度检测应包括日平均湿度、日最高湿度和日最低湿度等。

## 附录 B

(规范性)

### 针阻仪测试方法及要求

#### B.1 一般规定

B.1.1 本方法规定了针阻仪检测木构件残损的方法。

B.1.2 本方法适用于木构件腐朽深度、内部空洞、裂缝等的检测。

B.1.3 采用针阻仪进行木材内部残损检测前，应通过目测、敲击等手段对木构件进行普查，记录木构件开裂、腐朽情况。

B.1.4 检测前应确定针阻仪的钻针转速和给进速度，检测过程中不宜调整。

B.1.5 针阻仪阻力值宜调整在 20%-80%之间。

#### B.2 检测方法及结果处理

B.2.1 针阻仪检测应备齐以下仪器与工具：

- a) 针阻检测仪；
- b) 木材含水率测定仪，测量范围 0~50%，测量精度 $\pm 1\%$ ；
- c) 游标卡尺，精度 0.02mm；
- d) 卷尺，精度 1mm；
- e) 记号笔，记录表。

B.2.2 针阻仪测试步骤如下：

- a) 标记检测部位，对检测面进行浮尘清理；
- b) 量测并记录待检检测面的木构件截面尺寸；
- c) 打开针阻仪开关，检测针阻仪是否正常工作；
- d) 设置针阻仪钻针转速和给进速度；
- e) 设置钻入距离；
- f) 双手握持针阻仪，将端头部分对准构件标记部位并压紧，调整针阻仪角度，保证钻头垂直钻入木构件；
- g) 启动针阻仪手柄处开关，对木构件进行微钻，测试过程中应稳定握持仪器，保证钻头稳定行进；
- h) 钻入预定距离或钻透构件后钻头自动退回；
- i) 听到“滴”的响声后松开针阻仪，测试结束；
- j) 同一部位宜检测 2~3 次。

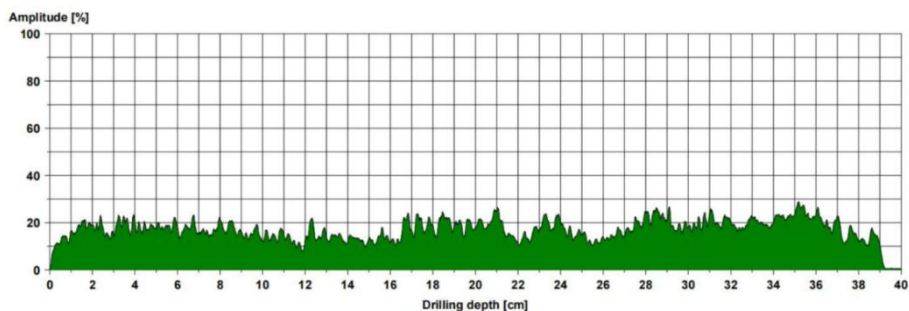
B.2.3 针阻仪检测木构件内部残损应符合以下要求：

- a) 木构件内部残损的检测应以普查中发现较大残损的主要构件为检测对象；
- b) 对木柱内部残损检测时，应从距柱底约 100mm 起沿高度方向逐层向上检测，检测间距宜取 300mm~500mm，每一高度处应至少在两个正交方向上进行微钻检测，钻入点宜通过髓心；
- c) 非柱类木构件内部残损检测，应根据普查结果，对可能存在残损的部位及周边位置进行延伸检测。
- d) 对有明显残损的区域应增加检测次数，确定内部残损的范围和尺寸。

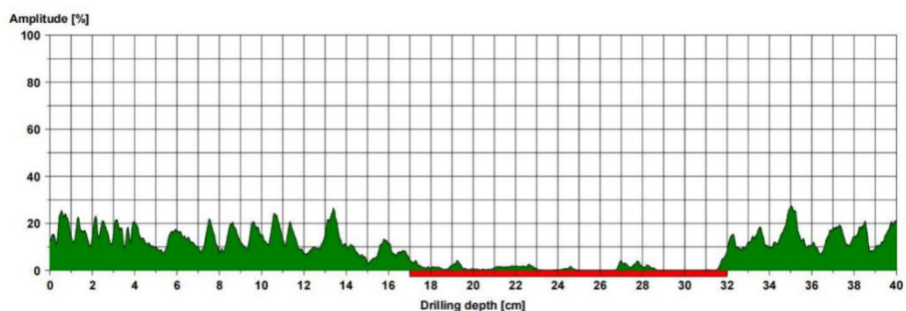
B.2.4 测试完成后，应及时将微钻阻力曲线导入电脑保存并进行后处理。

B.2.5 针阻仪输出的阻力曲线如图 B.2.5 所示，图中横坐标为探针进入木材的深度，纵坐标为阻力值，以百分形式表示；由于木材早晚材变化，曲线呈锯齿状属正常现象，当阻力值有明显的下降，表示木构件内部有残损，宜按以下特征判别木构件残损类型：

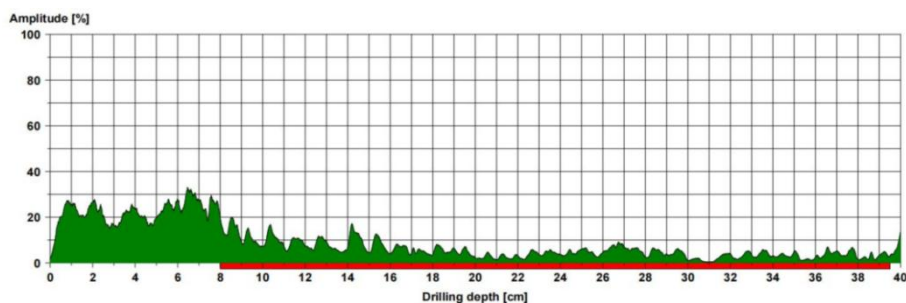
- a) 基本完好：阻力曲线较平稳或有微起伏，起伏量一般不超过 30%；
- b) 腐朽空洞：阻力值突降，并且在某一区域接近于 0，该区域长度一般大于 3cm；
- c) 材质劣化：阻力值在某一区域明显下降，且降幅达 30%以上；
- d) 裂缝：阻力值在某一区域突降至 0，区域长度一般小于 3cm。



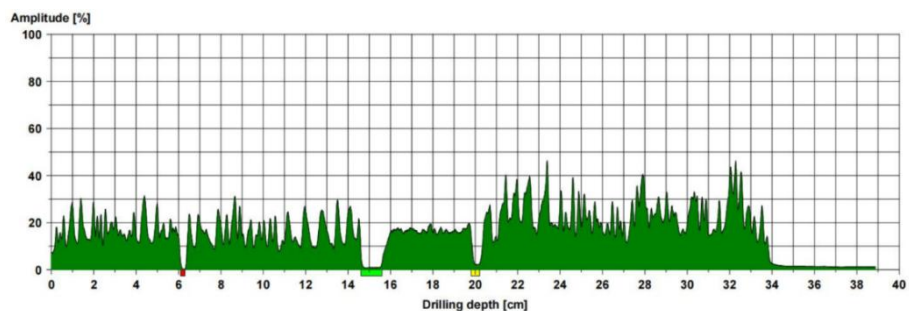
(a) 基本完好



(b) 腐朽空洞



(c) 材质劣化



(d) 裂缝

图 B.2.5 木材针阻仪检测结果示意图



## 附录 C

(规范性)

### 超声波法检测木材材性

#### C.1 一般规定

C.1.1 本方法规定了古建筑木结构木材密度和抗压强度的超声波检测方法。

C.1.2 本方法适用于木构件抗压强度和密度的检测。

C.1.3 采用超声法进行木材内部缺陷检测前，应通过目测、敲击等手段对木构件进行普查，记录木构件开裂、腐朽情况。

C.1.4 超声波法检测适用于端面平整的木构件。

C.1.5 超声波实时波形中第一个规则有序的波称为首波，所对应的时间为超声波在构件中传播的时间。

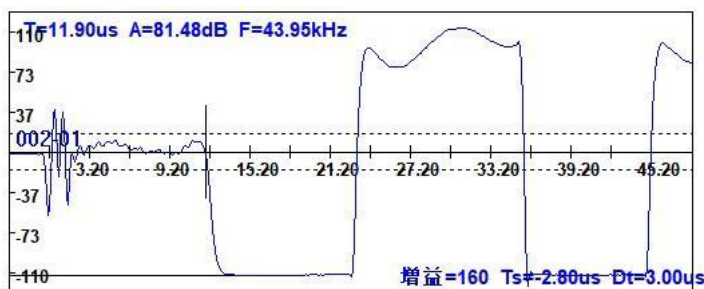
#### C.2 检测方法及结果处理

C.2.1 超声波法检测应备齐以下仪器与工具：

- a) 超声检测仪；
- b) 木材含水率测定仪，测量范围 0~50%，测量精度 $\pm 1\%$ ；
- c) 游标卡尺，精度 0.02mm；
- d) 卷尺，精度 1mm；
- e) 记号笔，记录表。

C.2.2 超声波法测试步骤如下：

- a) 标记检测部位，对检测面进行浮尘清理；
- b) 量测并记录待检检测面的木构件截面尺寸；
- c) 打开超声检测仪开关检测超声仪是否正常工作，并输入测试距离；
- d) 在两换能器上均匀涂抹适量耦合剂；
- e) 将两换能器置于待测部位两侧并压紧，开始测量；
- f) 调整屏幕上的实时波形，直至出现明显的噪声区域和规则区域（见），超声仪自动定位首波位置并计算超声波波速；
- g) 记录测得的超声波波速，一次测试结束；
- h) 同一部位宜检测 2~3 次，排除误差。



超声波实时波形图

### C.3 木构件材料性能计算

C.3.1 木材密度、抗压强度可按下列公式计算：

$$\rho = 1459 v_R - 3526.0 \quad \text{式 B-1 (R}^2=0.8407\text{)}$$

$$\sigma_L = 133.10 v_L - 282.7 \quad \text{式 B-2 (R}^2=0.8629\text{)} \quad \text{(建议公式)}$$

$$\sigma_R = 66.42 v_R - 77.12 \quad \text{式 B-3 (R}^2=0.8112\text{)}$$

$$\sigma_T = 16.05 v_T - 7.00 \quad \text{式 B-3 (R}^2=0.8288\text{)}$$

$\rho$ ——木材密度（单位  $\text{kg/m}^3$ ）；

$v_L$ ——顺纹超声波波速（单位  $\text{km/s}$ ）；

$v_R$ ——横纹径向超声波波速（单位  $\text{km/s}$ ）；

$v_T$ ——横纹弦向超声波波速（单位  $\text{km/s}$ ）；

$\sigma_L$ ——木材顺纹抗压强度（单位  $\text{MPa}$ ）；

$\sigma_R$ ——木材横纹径向抗压强度（单位  $\text{MPa}$ ）。

$\sigma_T$ ——木材横纹弦向抗压强度（单位  $\text{MPa}$ ）。

## 附录 D

(资料性)

### 古建筑常用木材及部位

#### D.1 国产木材

树种	产地	构件类别
硬木松	欧洲及亚洲北部	梁
杨树	华中、华北、西北、东北等广阔地区	椽、梁、柱、额枋、斗拱
麻栎	辽宁、河北、山西等地	斗拱、椽、枋、柱
国槐	南北各省区	斗拱
洋槐	东北地区和华北地区	斗拱
臭椿	东北南部、华北、西北至长江流域各地均有分布	檩枋、瓜柱、柁墩、斗拱
榆树	东北、华北、西北及西南各省区	斗拱
红油松	产吉林南部、辽宁、河北、河南、山东、山西、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海及四川等省区	梁、斗拱、枋、柱、阑额
落叶松	中国东北大、小兴安岭等地	梁、檩、柱、椽、枋，斗拱、阑额
对节松	产于中国陕西南部、山东、江苏、安徽、浙江、江西、河南、湖北、四川、贵州西北部、云南、西藏	枋、柱
红松	中国东北的小兴安岭到长白山一带	枋、门窗隔扇、天花板等装饰装修
樟子松	中国黑龙江大兴安岭	枋、框、板
水曲柳	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、河南、陕西、甘肃等地	梁、柱、檩
榔榆	中国河北、山东、江苏、安徽、浙江、福建、台湾、江西、广东、广西、湖南、湖北、贵州、四川、陕西、河南苏州等省区	大木构架主受力构件
黄菠萝	东北和华北各省,河南、安徽北部、宁夏也有分布,内蒙古有少量栽培	门窗隔扇、天花板等装饰装修
格木	广西、广东、福建、台湾、浙江等省区	梁、柱、檩、枋
柏木	浙江、福建、江西、湖南、湖北西部、四川北部及西部大相岭以东、贵州东部及中部、广东北部、广西北部、云南东南部及中部等省区	柱子、梁、枋、装饰雕刻、装修

野桉	广东、广西及福建等地	
榉树	辽宁（大连）、陕西（秦岭）、甘肃（秦岭）、山东、江苏、安徽、浙江、江西、福建、台湾、河南、湖北、湖南和广东	主要受力构件
云杉	中国陕西西南部（凤县）、甘肃东部（两当）及白龙江流域、洮河流域、四川岷江流域上游及大小金川流域	椽子、望板
黄杉	云南、四川、贵州、湖北、湖南等地	柱、梁等大木构架
水青冈	秦岭以南、五岭南坡以北各地。主要分布在长江流域以南山区，湖南、湖北、四川、贵州、云南、江西、浙江、安徽、福建、广东和广西（龙胜、资源、兴安、永福、灵川、田林、凌云、九万山和大瑶山等）等省（区）均有分布	大木构件
桢楠	四川、湖北西部、云南、贵州及长江以南省区	大木构件
柞木	秦岭以南和长江以南各省区，主要产于中国安徽、江苏、福建及台湾等地，广布于华中、华南及西南各地	梁、柱、装修

## D.2 进口木材

树种	产地	构件类别
红栎	美国东部，中国长江中下游	梁、柱、装修、地板
坤甸铁樟	马来西亚、印度尼西亚、菲律宾等国	梁、柱、檩、桁、地板、楼梯
金车花梨	热带亚洲及马达加斯加，在亚洲主要分布于缅甸、柬埔寨、泰国、老挝和印度等地	大木构架
菠萝格	马来西亚、印度尼西亚、菲律宾、泰国、缅甸、新几内亚，所罗门、斐济和萨摩群岛等地	梁、柱、装修
山樟	印尼、马来西亚、沙巴	梁、柱、檩、枋
红花梨	西非和东非地区，如尼日尼亚、喀麦隆、扎伊尔等国家	梁、柱、檩、枋、装修
花旗松	北美太平洋沿岸，加拿大（阿尔伯塔省、不列颠哥伦比亚省）；墨西哥（科阿韦拉州、科利马州、杜兰戈州、伊达尔戈州、普埃布拉、锡那罗亚州、索诺拉州、萨卡特卡斯）；美国（亚利桑那州、加利福尼亚州、科罗拉多州、爱达荷州、明尼苏达州、内华达州、新墨西哥州、俄勒冈州、得克萨斯州、犹他州、华盛顿州、怀俄明州）。中国北京、江西庐山、内蒙古呼和浩特、陕西延安、甘肃天水等地有引种栽培	梁、枋、柱、框、板
甘巴豆	马来西亚、印度尼西亚、巴布亚新几内亚、菲律宾、泰国、文莱等国	梁、柱、檩、装修
马尼儿豆	东南亚至巴布亚新几内亚等地区	梁、柱、檩、枋、装修